

宇宙ビジネスのリスクと事業機会

SOMPOリスクマネジメント株式会社
サービス開発部
オープンイノベーショングループ
上級コンサルタント
河村 知浩



1. 成長する宇宙産業

宇宙産業の成長が著しい。世界全体での宇宙産業の市場規模は2023年時点で54兆円であり、2040年には140兆円（2020年時点からの3倍に相当）に達するとの予想も存在している^{注1}。

この成長を促すきっかけのひとつとして、米国における政府と民間企業との協力関係の強化があげられる。従来は政府主導で取り組まれていた宇宙開発に対して、米国では民間企業が主体的に開発した宇宙製品（ロケット、人工衛星、探査機、その他宇宙で用いられる装置等）やそれらを用いたサービス（ロケットによる衛星の打上げ、国際宇宙ステーションへの物資・人員の輸送等）を米国航空宇宙局（NASA）が利用するという政府と民間企業間での役割の見直しが行われた^{注2, 3}。

この結果、新興企業が多数登場し、新しいビジネスモデルや技術の進化が促進された。たとえばロケットの分野では再利用可能なロケットが実用化されたことで、人工衛星の打ち上げ機会の増加とコストの低減が実現された。また人工衛星の分野では、宇宙専用ではない民生部品の活用等により廉価かつ小型な衛星が登場し、複数の企業が独自のサービス実現に向けて短期間で多数の小型衛星を宇宙空間に投入することが可能となった。

そして、こうした多数の衛星から取得される膨大なデータはビッグデータとして取り扱われ、経済、農林水産業、工業、環境といった各種産業での活用が進んでいる。加えて民間企業による宇宙産業の進出はロケットや人工衛星に留まらず、宇宙旅行、軌道上サービス、月面開発といった分野にも拡大している。

このような米国の取り組みは欧州^{注4}、中国^{注5}、インド^{注6}など複数の他国にも波及し、前述のような市場規模の成長に繋がっている。

また宇宙開発の変化として、地球周辺の宇宙空間が

対象であった従来の宇宙開発に加え、月や火星といった地球外天体も開発の対象となりつつある。具体的には月探査の国際プログラム（アルテミス計画）^{注7}が進行中である。この計画は2020年代後半に人類を再び月面に送ろうとするものであり、月周回軌道上に新たな国際宇宙ステーション（ゲートウェイ）を建造し、月面への有人着陸と月面基地の建設を目指している。本計画は米国主導のもと日本、カナダ、英国、イタリア、ルクセンブルク、オーストラリア、UAEなど39カ国が参加している（2024年4月現在）^{注8}。そして2030年代にはこの月面基地を拠点とし、火星への有人探査につなげていくことも構想されている。

すなわち宇宙産業の成長は技術の進化や市場の拡大に加えて国際的な協力や民間企業による活躍も影響している。日本では1950年代から宇宙技術の開発に取り組み、これまでに独自の人工衛星やロケットを開発してきた。最近の話題では2024年1月20日に世界で5番目となる月面への着陸に成功した宇宙航空研究開発機構（JAXA）の小型月着陸実証機SLIMの成果^{注9}も記憶に新しい。このためビジネスの基盤となる宇宙技術はJAXAや関連企業を中心に十分に培われているといえる。そして宇宙に限らない分野（たとえば自動車、ロボティクス、素材等の製造業等）でも宇宙分野に応用可能な技術的基盤を培ってきた企業は多く存在する。

日本企業もこれから大きな成長の見込まれる宇宙分野に対し新たなビジネス領域を開拓する機会を逃さないことが重要である。

2. 宇宙ビジネスでのリスクは何か？

宇宙産業の成長が期待されるなか、宇宙ビジネス（人工衛星、ロケット等の宇宙にかかわる製品およびそれらを用いたサービス等宇宙空間を用いるビジネス）は将来高いリターンをもたらす可能性が考えられ

る。一方、ビジネスを行ううえではさまざまなリスクも存在する。

本章では宇宙ビジネスでの主要なリスクについて説明する。実際に宇宙ビジネスに取り組む際には、事例ごとにこれらのリスクの要因を適切に評価し、リスク対策を導入することが重要となる。

なお各リスクへの対策を一例として記載しているが、こうした各種リスクへの対策を実現する製品・サービス自体も今後の宇宙ビジネスの事業機会につながっていくと考えられる。

(1) 技術的リスク

宇宙ビジネスでの最も顕著なリスクとして技術的リスクがあげられる。たとえばビジネスの実現に必要な技術開発が計画通りに進行しないこと^{注10}、ロケットの墜落^{注11}、人工衛星の故障^{注12}等が該当する。

これらの技術的リスクが露見した場合、大規模な財産の喪失や人的被害を招く可能性がある。特に宇宙空間は、放射線の照射、極端な低温／高温状態、高真空、微小重力といった地上とは異なる環境である。こうした環境が人工衛星の故障を招き、宇宙滞在中の人体への影響を及ぼす可能性がある。

そして人工衛星や有人滞在施設等は地上からはるかに離れた場所に存在するため、もし何らかの異常が発生した際でも、地上から対処できる内容や範囲には限界がある^{注13}。

こうした技術的リスクへの対処として表1のような対策が一例として考えられる。

表1 技術的リスクへの対策^{注14}

<p>(a) 開発プロセスの強化 ロケットや人工衛星の設計・製造段階から十分な設計の検証や品質管理を実施する。打上げ前での試験・検査の徹底や運用中の人工衛星に対する定期的な点検を行い、異常の早期発見や是正処置の実行に取り組むことが欠かせない。 昨今の新興宇宙企業では宇宙専用ではない民生部品の活用や過去に例のない規模での量産に取り組むことから、特にこれらのリスク対策に取り組むことが重要となる。</p>
<p>(b) 新規技術の開発 宇宙空間での特殊な環境に対応するための新たな技術開発もリスク対策として有効である。たとえば放射線や極端な温度条件の影響を最小限に抑える材料やシステムの開発は、宇宙ビジネスの技術的リスクの軽減につながる可能性がある。</p>
<p>(c) 開発姿勢の見直し^{注15} 技術開発では初回の取り組みで成功することは簡単なことではない。ある程度の失敗は発生し得るものとして、複数回での試行を経たうえで確実な成功に至るための開発姿勢の見直し（すなわち失敗を織り込んだ事業計画や製品開発計画を立てること）が重要である。</p>

(2) 法規制リスク

法規制に関するリスクは、宇宙ビジネスにおける重要な課題のひとつである。国際的な連携が求められる宇宙ビジネスでは、国際法や宇宙条約に基づく規制が存在するが、その内容を実際のビジネスに適用することは容易ではない。これは法規制の内容が抽象的な表現に留まることや、国際法や条約に批准する国が一部に限られていることなどが要因である。たとえば国際法では宇宙空間の平和利用や宇宙ごみ（スペースデブリ）に関する問題が規定されているが、これらを具体的な事例にどう適用するかは責任の所在に対する解釈が複雑である^{注16, 17}。

加えて最近では民間企業による宇宙資源採取や地球観測データの活用、宇宙旅行など新たな活動が増えてきている。しかしながらこれら活動は従来の法規制では十分に対応できない場合が想定される。特に宇宙資源の利用に関しては国際社会での規制がまだ整っておらず、法規制リスクが特に高い。このような状況から今後は新たな法規制が必要となる可能性が指摘されている^{注18}。

こうした法規制リスクへの対処として表2のような対策が一例として考えられる。

(3) 財政的リスク

宇宙ビジネスでは数億円から数千億円といった大規模な投資が必要となることが多い。このため事業者は財政上のリスクに直面する。たとえば、ロケットの打上げや人工衛星をはじめとする宇宙機器の開発には膨

表2 法規制リスクへの対策^{注19}

(a) 情報収集 業界団体や国際機関との情報共有等を通じて常日頃からの規制状況の把握に努める。そのうえで宇宙分野に精通した弁護士の所属する法律事務所から法規制に関する助言を仰ぐ。
(b) 対策の先行導入 国際的な規制の変化や新たな法の整備に対しても柔軟に対応できるよう先行的な対策の導入に取り組む。対策の実現に技術的な対応が必要となる場合には技術専門家の助言を仰ぐことも効果的である。

大な資金が必要^{注20}であり、投資回収までに数年から数十年といった長期間を要することも一般的である。

さらに宇宙開発に関する国際的な競争の激化^{注21}により、予期せぬ費用増加や投資回収機会の減少が懸念される。また大規模な事故等が発生した際には、投資家のリスク回避の動きが生じ、資金調達が難航する可能性もある^{注22}。

こうした財政的リスクへの対処として表3のような対策が一例として考えられる。

(4) 環境リスク

宇宙ビジネスにおいても環境への影響は考慮されるべき重要なテーマである。たとえば運用の終了した人工衛星やロケットの一部が宇宙空間に放置されることや、さらにそれら同士が衝突・破砕することにより小さな破片が生じるなど、スペースデブリが増加する問題^{注24}が従来から指摘されている。たとえば2000年までに宇宙空間に存在していたとされる物体数（大きさ10cm以上）はおおよそ1万2000個であったが、2022年時点で約2万5000個とも推定されている^{注25}。

さらに今後は表4に示すような多数の人工衛星が地球周辺の宇宙空間に投入されることで軌道上の物体数はさらに増加することになり、スペースデブリが稼働中の人工衛星や宇宙ステーションに衝突する懸念がより一層高まる。

また軌道上の人工物が増えること

表3 財政的リスクへの対策^{注23}

(a) リスクの分散 単一の製品、開発プロジェクト、サプライヤに極端に依存しない。
(b) 資金調達先の多様化 民間資本に加えて政府補助金などの資金調達手段も活用する。
(c) 管理体制の強化 プロジェクト管理や財務管理の専門家を配置しリスクの早期発見に努める。
(d) 対応能力の強化 宇宙事業の環境変化や不測の事態に柔軟かつ迅速に対応できる戦略の準備に取り組む。また十分な経験を有した人材を体制に招き入れる。
(e) 投資家との対話 投資家に対し定期的なコミュニケーションを行い、事業の進捗やリスクについて正しい情報を共有することに努め、信頼関係を築く。
(f) 宇宙保険の活用 ロケットの打上げ失敗や人工衛星の故障発生時に自社の被る金銭的損害に対しては、宇宙保険（3.（1）節参照）への加入により備える。 （なお、ロケットの打上げが失敗した場合、ロケット打上事業者が貨物である人工衛星の喪失に対する補償を行わないことが一般的である。このため衛星事業者は自ら打上げ失敗の発生時に備える必要がある）

表4 代表的な大規模衛星打上げプロジェクト^{注26}

組織名 [プロジェクト名]	衛星台数
米国 SpaceX 社 [Starlink]	6000基以上（2024年3月時点） ^{注27} 最終的に最大4万2000基程度の投入計画あり
米国 PlanetLabs 社 [Dove]	462基 ^{注28}
英国 OneWeb 社 [Oneweb]	最終的に約620基の投入計画あり ^{注29}
米国 Amazon 社 [Project Kuiper]	約3236基（計画段階） ^{注30}
中国政府	約1万3000基（計画段階） ^{注31}

の影響は、スペースデブリに限らない。軌道上の人工物に太陽光が照射されると、地上からそれらの人工物が輝いて見える。このため地上からの天体観測の妨げになるという光害（ひかりがい）もすでに生じ始めている^{注32}。

こうした環境リスクへの対処として表5のような対策が一例として考えられる。

表5 環境リスクへの対策^{注33}

(a) リスク評価と分析 スペースデブリのサイズや宇宙空間上の位置を正確に把握し、稼働中の人工衛星に対するリスクを正しく評価する。具体的な取り組みとして現在は、国内外で宇宙状況把握（Space Situational Awareness）の取り組みが進行している。
(b) 技術開発 以下のような技術について開発に取り組む。 <ul style="list-style-type: none"> ・スペースデブリの回収もしくは軌道離脱を可能とする技術 ・運用の終了した人工衛星を短期間で確実に軌道離脱させる技術 ・人工衛星同士の衝突を予測し回避する技術 ・衝突リスクの低い位置（たとえば超低軌道）での人工衛星の運用を可能とする技術 ・照射された太陽光の反射を抑制する技術

(5) 地政学的リスク

宇宙ビジネスは地政学的要因の影響も受ける。昨今、宇宙開発に関する国際的な競争が激しくなるにつれて、宇宙資源の利用や宇宙の軍事利用に関する地政学上の緊張が高まりつつある。また経済や政治の変動も宇宙分野に影響を及ぼす可能性がある。特に人工衛星やロケットを構成する材料、部品、装置のサプライチェーンは多国間に及び、地政学上のリスクが高まるとそうした物資の供給に影響を与える可能性がある^{注34}。さらに当初想定していた打上げロケットが使用できなくなるなどの状況も起こり得ることから打上げロケットの選定についても地政学上の観点が必要^{注35}となる。

また、地政学的リスクの高まりに伴うサイバー攻撃は宇宙ビジネス、宇宙空間にも及んでいる。人工衛星およびそれらの管制を司る地上設備がサイバー攻撃の対象となることがすでに起きており^{注36}、近年では宇宙空間に存在する人工衛星が直接的な攻撃対象となる懸念^{注37}も高まっている。

こうした地政学的リスクへの対処として表6のような対策が一例として考えられる。

表6 地政学的リスクへの対策^{注38}

(a) リスク評価と分析 国際情勢や地域の状況を常に把握し、自社の宇宙ビジネスに関する影響を分析する。 分析結果をリスクマネジメントに反映させる。
(b) サプライチェーンの多角化 部品・サービスのサプライチェーンを複数の国、地域、組織に分散させておく。
(c) 地政学リスクへの対策計画の作成 地政学リスクが顕在化した際にバックアップ計画を用意しておく。 政府との協力や国際的な組織間連携などの対応手段を用意しておく。
(d) サイバーセキュリティの強化 地政学リスクと宇宙ビジネスの関連を認識し、サイバーセキュリティに関するリスクアセスメントと対処方法を検討し、地上設備や人工衛星へのサイバーセキュリティ対策の強化に努める。 サイバー攻撃を完全に防ぐことが難しい場合にはリスク顕在化時の対策についても用意しておく。

3. 宇宙分野に対するSOMPOグループでの取り組み

前章では宇宙ビジネスでのリスクについて述べた。筆者の所属するSOMPOグループではこうしたリスクの一部に対処するサービスを提供している。また将来の宇宙産業のすそ野拡大への貢献を目指した宇宙スタートアップとの連携にも取り組んでいる。

本章ではSOMPOグループが宇宙分野で取り組んでいる事例について紹介する。

(1) 宇宙保険の提供

損害保険ジャパン株式会社（以下、損保ジャパンという）では1970年代より日本国内外の衛星事業者の方々に向けて宇宙保険の提供に取り組んできた。宇宙保険の種類を図1に示す^{注39}。

宇宙保険では、ロケットや人工衛星本体に対する故障や失敗により生じる損害を補償するもの（物リスクに備える保険）と、それらが第三者に及ぼす損害を補償するもの（第三者賠償責任に備える保険）が存在する。

これまで通信衛星、放送衛星、地球観測衛星といった人工衛星を商業利用する事業者には保険の提供を実施しており、今後はこれらに加えて宇宙旅行といった

新しい宇宙利用分野に対しても宇宙保険の提供を目指している。

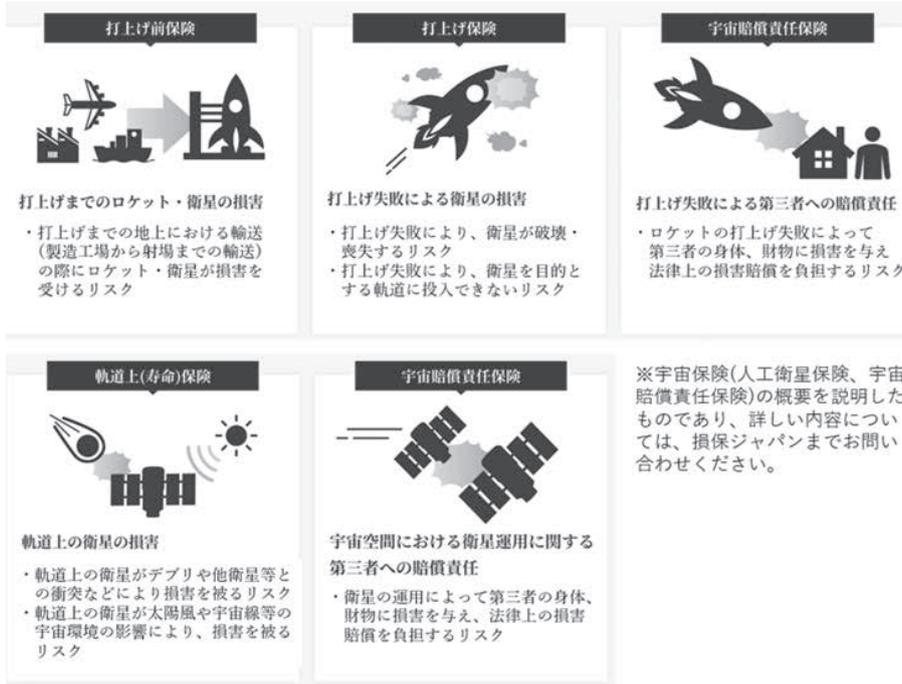
(2) 宇宙ビジネス支援サービスの提供

損保ジャパンおよびSOMPOリスクマネジメント株式会社は、2023年11月より宇宙ビジネスに参入しよ

うとする企業を対象とした宇宙ビジネス支援サービスの提供を開始した^{注41}。

概要を図2に示す。本支援サービスでは、小型衛星開発事業者や宇宙ビジネスに参入しようとする企業に対し、宇宙ビジネスに関するリスクアセスメントとリスクへの対策に関する提案を行うものである。その特徴は以下のとおりである。

図1 宇宙保険の種類^{注40}

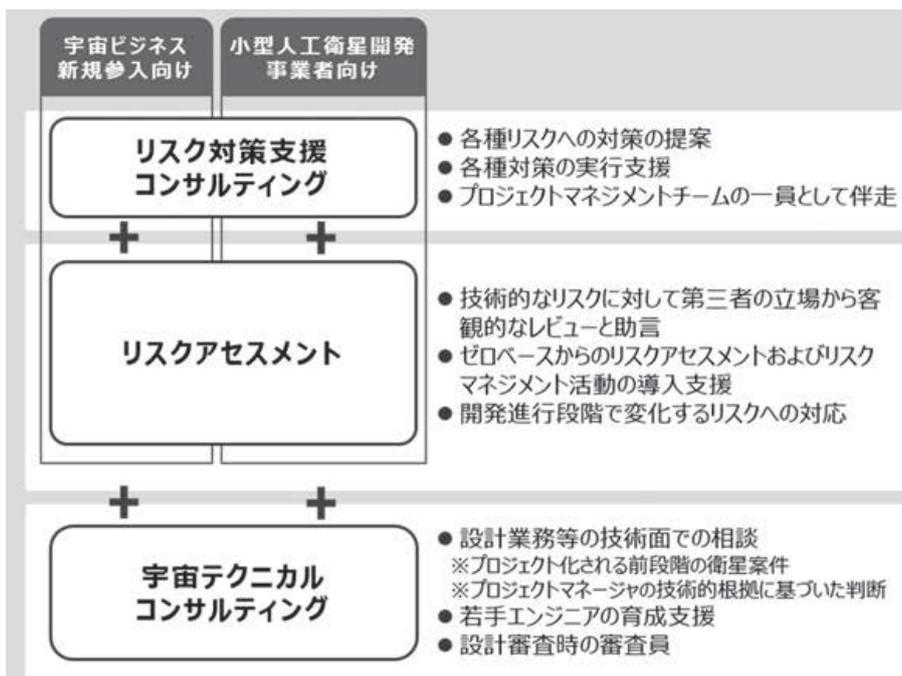


- ①衛星開発経験を有した技術者が宇宙開発の実情を踏まえたうえでリスク評価と対策に関する助言を実施
- ②短期的な助言に留まらず必要であればメンバーの一員として開発プロジェクトに参画し伴走型の支援を行う
- ③リスクアセスメント・リスク対策支援とは切り分けて、宇宙ビジネスに関する技術面での相談（宇宙テクニカルコンサルティング）単独でも対応可能

(3) 他企業との連携

将来の宇宙産業のすそ野拡大への貢献を目指し、SOMPOグループでは複数の宇宙スタートアップとの連携にも取り組んでいる。

図2 宇宙ビジネス支援サービスの概要^{注42}



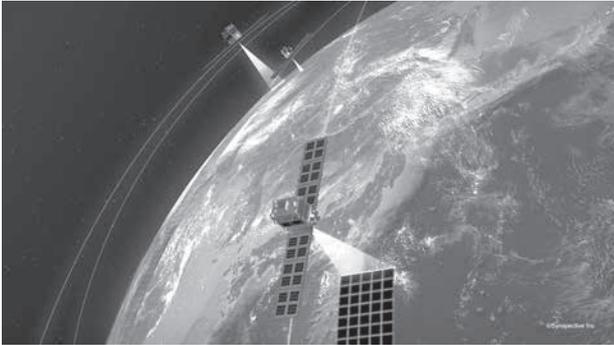
- ①株式会社Synspectiveとの連携

宇宙産業拡大への貢献および宇宙テクノロジーを活用したサービス向上のための取組みの一環として、損保ジャパンは衛星データを活用した保険金支払サービスの向上や新たなソリューション構築を目指し株式会社Synspectiveと資本業務提携している^{注43}。

提携の一例としては、広域水災時の被害想定区域把握の実証実験に取り組んでい

る。これは日本国内において台風や大雨による広域水災が発生した際に衛星データを用いて当該地域での被災状況を速やかに把握し、保険加入者の方の被災状況の把握と保険金支払いの迅速化につなげていくことを目指すものである。

図3 株式会社Synspectiveの開発する小型SAR衛星Strixの軌道上イメージ



(提供：株式会社Synspective)

現在も両社でデータ解析精度をさらに向上させ、実用化に向けた取り組みを加速するとともに、広域水災以外の風災・土砂災害などの自然災害での衛星データ活用についても検討を進めることで、新たなソリューションの構築に取り組んでいる。

②Space BD株式会社との連携

Space BD株式会社では小型衛星事業者等に対し国内外のロケットを用いた打上げ機会や国際宇宙ステーション（ISS）の日本実験棟を用いた軌道上実証実験の機会提供を行っている。

そして損保ジャパンはSpace BD株式会社が衛星事業者等へ提供する打上げ失敗時の再打上げサービス「リフライト保証」を保険で支えている^{注44}。打上げ希望者はオプションとしてリフライト保証を選択でき、衛星打上げに失敗した場合、再打上げの機会の提供を受けることが可能となる。

図4 Space BD株式会社の提供するリフライト保証の概要



(提供：Space BD株式会社)

③株式会社ワープスペースとの連携

従来の人工衛星では地上や衛星同士での通信のために電波を使用しているが、近年は地上から400～1000kmの低軌道で地球観測などを行う人工衛星の数が急増しており、それに伴い衛星事業者はデータ通信量や速度を十分に確保できないという課題を抱えている。

株式会社ワープスペースは、2025年に中軌道において世界初となる小型光中継衛星による光即応通信ネットワークサービス「WarpHub Intersat」の構築を目指しており（次頁の図5参照）、同サービスは、衛星間および衛星・地上間での高速かつ大容量の通信を可能とすることを目指している。

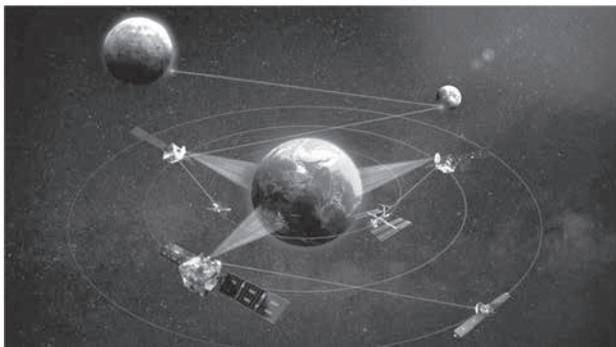
これによって、より多くの観測・センシングデータをリアルタイムに近い形で取得、利用できるようになる。損保ジャパンは株式会社ワープスペースの事業展開を支援することで、衛星事業者の課題解決に貢献し、地上における衛星データ利活用促進をサポートしていく。また、株式会社ワープスペースの事業展開支援を通じて、今後広がりが見込まれる中軌道にかかわるリスクへの対応力の向上に取り組んでいく^{注45}。

4. まとめ

宇宙産業は、政府と民間企業とのさらなる協力、技術革新、新興企業の参入等により今後急速に成長していくと予想される。そして宇宙ビジネスに取り組むうえでは本稿で掲げたようなリスクは存在するものの、それぞれ適切なリスクの評価と対策の導入によりビジネスの成長が可能となる。またこうした各種リスクへの対策を実現するような製品・サービス自体も宇宙ビジネスの事業機会につながっていくであろう。

SOMPOグループは、引き続き自社の有する強みや他社との連携を活かしつつ、リスクマネジメントという視点を通じて宇宙ビジネスに取り組まれる方々の事業の成功と成長に貢献していくことを目指す。

図5 株式会社ワープスペースが実現を目指す光即応通信ネットワークサービス「WarpHub Intersat」の構築イメージ



(提供：株式会社ワープスペース)

- 注1：経済産業省 国内外の宇宙産業の動向を踏まえた経済産業省の取組と今後について (4頁、5頁)
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/space_industry/pdf/001_05_00.pdf
- 注2：日本貿易振興機構 (ジェトロ)「米国における宇宙政策・産業動向及び小型衛星市場の調査」(9頁)
https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/02/2022/5623113461a83aee/202203.pdf
- 注3：米国NASAによるアンカーテナンシー
https://note.com/nec_iise/n/n60878d3168cd
- 注4：欧州の宇宙市場・宇宙関連スタートアップについて
<https://note.com/tenchijincompass/n/n4f5eda3a43e8>
- 注5：中国の宇宙市場・宇宙関連スタートアップについて
<https://note.com/tenchijincompass/n/nd841fc2c5ed7>
- 注6：インドの宇宙市場・宇宙関連スタートアップについて
<https://note.com/tenchijincompass/n/nb1158b9d4106>
- 注7：アルテミス計画
<https://www.nasa.gov/humans-in-space/artemis/>
- 注8：アルテミス計画参加国
<https://www.nasa.gov/artemis-accords/>
- 注9：Forbes Japan (2024.01.26)「月面にピンポイントで着陸したSLIMの勇姿」
<https://forbesjapan.com/articles/detail/68781>
- 注10：uchubiz (2024.03.09)「NASA、衛星燃料補給ミッション開発計画を中止 技術などで課題、コストは20億ドル以上」
<https://uchubiz.com/article/new41706/>
- 注11：日経産業新聞 (2023.10.26) H3ロケット初号機の打上失敗
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC2582Q0V21C23A0000000/>
- 注12：X線天文衛星「ひとみ」では複数のトラブルが重なり打上から僅か1カ月後に衛星が機能喪失に陥った。
 X線天文衛星「ひとみ」事故報告書に対する解説 (日経ビジネス 2016.05.27)
<https://business.nikkei.com/atcl/opinion/15/217467/052600019/>
- 注13：打上直後に月着陸船本体からの推進剤の漏れが検知されたものの、地上から行える対策はなく着陸ミッションの遂行が不可能となった。
 AstroArts (2024.04.22)「米無人月着陸船「ペレグリン」打ち上げ、推進剤喪失で着陸は困難に」
https://www.astroarts.co.jp/article/hl/a/13409_peregrine
- 注14：当社作成。
- 注15：WIRED (2023.11.28)「スペースX「スターシップ」計画、“失敗を恐れない”開発のこれから」
<https://wired.jp/article/heres-whats-next-for-spacexs-starship/>
- 注16：従来スペースデブリに対する具体的な罰則の適用は行われなかったが、2023年10月に初めて制裁金を課せられる事例が発生した。
 企業法務ナビ (2023.10.12)「宇宙ゴミ巡り、米連邦通信委員会が民間

- 企業に初の制裁金」
<https://www.corporate-legal.jp/news/5464>
- 注17：2024年3月8日(現地時間)、米国フロリダ州の民家に国際宇宙ステーション (ISS) が廃棄したスペースデブリと思われる物体が直撃した。落下物の所有者と廃棄責任者の責任範囲に関する解釈が今後注目を集める。
 TABI LAB記事 (2024.04.10)：「ISSの「スペースデブリ」が米民家に直撃。賠償責任は日本に……？」
<https://tabi-labo.com/309206/mysterious-object-that-crashed>
- 注18：三菱総合研究所コラム (2023.04.17)「外交・安全保障 第7回：宇宙資源ビジネスにおける国際ルール形成」
<https://www.mri.co.jp/knowledge/column/20230417.html>
- 注19：当社作成。
- 注20：ForbsJapan記事 (2023.09.09)：「総予算1.5兆円超? マスクが大金を集め「超大型ロケット」開発を進める理由」
<https://forbesjapan.com/articles/detail/65811>
- 注21：情報通信総合研究所コラム (2001年4月掲載)「イリジウムの教訓」
<https://www.icr.co.jp/newsletter/topics/2001/t2001K004.html>
- 注22：Viasat社では次世代通信衛星の軌道上故障による損害に加えて自社の株価が28.5%急落する事態に直面した。
 CoinUnited.io (2023.07.29)「Viasatの7億ドルの宇宙災害：脱出する時が来たのか？」
<https://coinunited.io/news/ja/2023-07-29/stocks/cunews-viasat-s-700-million-space-disaster-is-it-time-to-get-out>
- 注23：当社作成。
- 注24：代表的なスペースデブリの衝突事例 (10件) について紹介されている。
 宇宙航空研究開発機構資料「スペースデブリに関する最近の状況」(令和2年6月12日) 4頁
<https://www.env.go.jp/content/900442397.pdf>
- 注25：NASA ORBITAL DEBRIS PROGRAM OFFICE
<https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/modeling/legend.html>
- 注26：当社作成。これらのデータは計画段階のものや運用が終了し(大気圏再突入により)廃棄されたものも含んでいるため、宇宙空間での実際の衛星数は変動する可能性がある。
- 注27：SpaceX社のStarlink衛星同士はお互いの衝突回避機能を備えている。2022年12月1日からの6カ月間で2万5000回もの衝突回避行動が取られたとも報告されている。
 Gizmodo記事：スターリンク衛星がデブリとの衝突を回避する回数、毎日140回。
<https://www.gizmodo.jp/2023/07/starlink-debris.html>
- 注28：PlanetLabs社ウェブサイト
<https://www.planet.com/faqs/>
- 注29：Eutelsat OneWebウェブサイト
<https://oneweb.net/our-network>
- 注30：Amazon.com News (2022.04.05) "Amazon makes historic launch investment to advance Project Kuiper"
<https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-makes-historic-launch-investment-to-advance-project-kuiper>
- 注31：Newsweek (2023.03.08)「中国、衛星1万3000基打ち上げ計画——スターリンク対抗で宇宙空間の「場所取り合戦」に」
<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2023/03/13000-1.php>
- 注32：国立天文台 周波数資源保護室ウェブサイト「可視光・赤外線天文学の保護」
https://prc.nao.ac.jp/freqras/optical_and_infrared_astronomy.html
- 注33：当社作成。
- 注34：たとえば人工衛星向けの推進剤に使用されるキセノンガスを始めとする希ガスの供給体制はロシア-ウクライナ紛争の機会に安定的な調達に対する懸念が生じた。
 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構技術戦略研究センター (TSC)「ウクライナ・ロシアレポート:エネルギー資源、鉱物資源・希ガス、デジタル・宇宙分野へのインパクト」
<https://www.nedo.go.jp/content/100951146.pdf>
- 注35：英国の衛星通信事業者OneWeb社は自社の小型衛星36基をバイコヌール宇宙基地からロシアのソユーズロケットを用いて打ち上げる予

定であったが、2022年2月に起きたロシアによるウクライナ侵攻の影響を受けてソユーズロケットの打上げキャンセルが生じた（衛星は返還されていない）。

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220304/k10013513191000.html>

注36：2022年2月24日（ロシアによるウクライナ侵攻の直前）、米国の通信事業者であるViasat社が運用する衛星通信サービスはロシアからのサイバー攻撃を受けた。これによりウクライナを始め欧州での衛星通信サービスの利用者に被害が及んだ。

<https://www.reuters.com/world/europe/russia-behind-cyberattack-against-satellite-internet-modems-ukraine-eu-2022-05-10/>

注37：防衛省「＜解説＞宇宙空間をめぐる安全保障の動向」

http://www.clearing.mod.go.jp/hakusho_data/2019/html/nc005000.html

注38：当社作成。

注39：損害保険ジャパン株式会社宇宙保険紹介ウェブサイト

https://www.sompo-japan.jp/company/initiatives/space_insurance/smp/

注40：当社作成。

注41：SOMPOリスクマネジメント株式会社ニュースリリース（2023.11.22）「宇宙ビジネス支援サービス」の提供開始 リスクマネジメントの観点から宇宙ビジネスの成功・成長を支援」

https://image.sompo-rc.co.jp/infos/20231122_1.pdf

注42：当社作成。

注43：損害保険ジャパン株式会社ニュースリリース（2022.03.29）「損保ジャパンが宇宙産業プロジェクトを開始 ～Synspective と資本業務提携～」

https://www.sompo-japan.co.jp/-/media/SJNK/files/news/2021/20220329_1.pdf?la=ja-JP

注44：損害保険ジャパン株式会社ニュースリリース（2022.08.03）「損保ジャパンとSpace BD 宇宙産業の発展を目的とした包括協力協定を締結 ～「リフライト保証制度」を利用した衛星等の再打上げサービスの提供開始～」

https://www.sompo-japan.co.jp/-/media/SJNK/files/news/2022/20220803_1.pdf?la=ja-JP

注45：損害保険ジャパン株式会社ニュースリリース（2023.09.09）「損保ジャパン、ワーブスペースと資本業務提携開始 ～宇宙産業プロジェクト～」

https://www.sompo-japan.co.jp/-/media/SJNK/files/news/2022/20230309_1.pdf?la=ja-JP

